

生態進化発生学研究センター活動報告

平成 30 年 4 月 16 日受付

木 村 成 介 *
金 子 貴 一 *
本 橋 健 *
河 邊 昭 *

要 旨

地球上の多彩な生物の形の多様性が生じる仕組みを、「発生」、「進化」、「環境」という 3 つの異なる観点から総合的に理解しようとするのが「生態進化発生学（エコ-エボ-デボ）」である。総合学術研究所生態進化発生学研究センターは、生物のゲノムやトランスクリプトームなどのオミックス情報を統合的に解析することで、生物の形の多様性が生じる仕組みを理解することを目的とし、先進的な研究拠点の形成を目指して活動している。本報告では、平成 29 年度における本センターの研究成果について概説する。

キーワード：生態進化発生学，次世代シーケンサー，統合オミックス解析，表現型可塑性，*Rorippa aquatica*

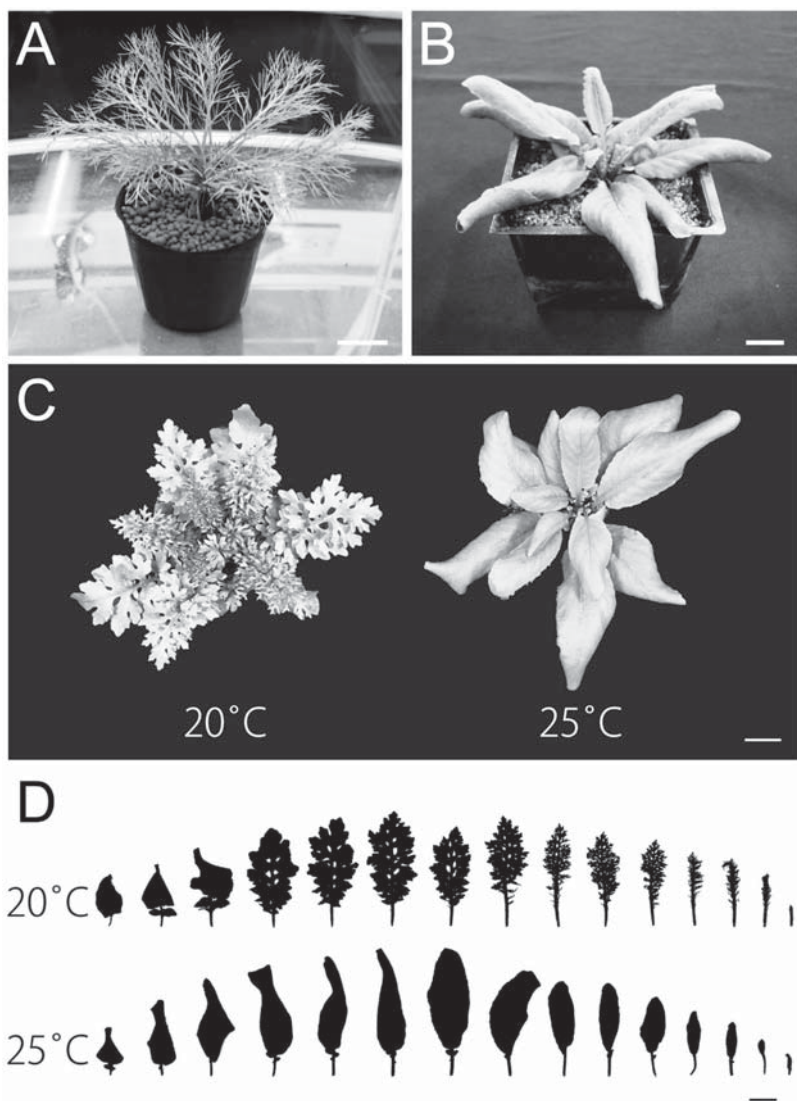
1. 生態進化発生学研究センターの概要

生態進化発生学研究センターは、平成 27 年度文部科学省私立大学戦略的研究基盤形成支援事業の支援を受け、総合学術研究所に設置された特定研究センターである。「生態進化発生学（エコ-エボ-デボ）」は、「発生」、「進化」、「環境」という 3 つの異なる観点から生物の形の多様性について総合的に解き明かそうとする新しい研究領域である。本センターでは特に、植物の形と環境の関係に着目し、「表現型可塑性」という現象を研究することで生態進化発生学という研究分野をリードする拠点になることを目指している。

本センターで研究対象としている北米に分布する半水生植物 *Rorippa aquatica* は、生育環境に応答して葉の形態を変化させる表現型可塑性を示す。この植物は、水没すると葉身が針状になった羽状複葉（ギザギザの葉）を発生する一方、陸上では生育環境に依存して単葉（丸い葉）から複葉まで様々な形の葉を発生する（図 1）。このような葉形の変化は、水の抵抗を軽減したり、効率良く光合成を行なうために役立っていると考えられ、発生と環境の相互作用を理解し、生態進化発生学研究を推進するための最良のモデルとなる。これまで、この植物が温度や光強度の変化で葉形を変化させること

* 京都産業大学総合生命科学部，生態進化発生学研究センター

や、環境に応答して単葉と複葉の発生のメカニズムが遺伝子発現レベルで切り替わっていることなどを明らかにしてきた。しかしながら、表現型可塑性の鍵となる遺伝子の同定には至っておらず、また、葉形変化の意義については全くわかっていなかった。そこで本センターでは、ゲノム解析、トランスクリプトーム解析、エピゲノム解析などを組み合わせた統合オミックス解析により、*R. aquatica* の表



Nakayama et al, *The Plant Cell* (2014) を改変

図 1. *Rorippa aquatica* にみられる葉の形態の表現型可塑性

(A) 水中で育てた個体。(B) 気中で育てた個体。(C) 20℃もしくは25℃で一ヶ月間育てた個体。図は植物体を上から見たもの。(D) Cの個体の葉をそれぞれ一枚ずつ発生順（葉位順）に並べたもの。右側がより若い葉。Bar は全て2cm。

現型可塑性の生態進化発生学的な観点から解明することを目的として研究を進めている。本研究の成果は、温暖化、冷害、乾燥（砂漠化）、水没（洪水）などの環境ストレスに耐性のある植物を作出するために有用であると考えられるため、環境ストレス耐性植物や不良環境でも生育できる植物の作出などの応用研究も視野に入れている。

本センターでは、*R. aquatica* の研究に止まらず、植物と環境の関係や、植物の適応進化などに着目した研究について広く展開することで、生態進化発生学の推進に貢献したい。また、本研究プロジェクトにより整備された研究基盤を生かして、学内における研究の活性化や学外との共同研究を推進することも重要な使命であると考えている。

2. 研究体制

本センターは、京都産業大学総合生命科学部生命資源環境学科に所属する以下の教員や研究員を学内メンバーとしている。それぞれの所属や専門、本センターにおいて果たす役割は以下の通りである。

木村成介（教授）

植物分子発生学 研究の統括およびトランスクリプトーム解析

坂本智昭（研究助教）

生物情報学 次世代シーケンス解析およびパイオインフォマティクス解析

岡本郁（博士研究員）

植物分子生物学 遺伝子の機能解析

池松朱夏（博士研究員）

植物分子遺伝学 遺伝子の機能解析

金子貴一（教授）

ゲノム科学 ゲノム解析およびパイオインフォマティクス解析

板倉学（博士研究員）

植物微生物相互作用 メタゲノム解析

河邊昭（准教授）

集団遺伝学 エピゲノム解析および進化解析

川辺隆大（研究助教）

育種学 エピゲノム解析および進化解析

本橋健（教授）

植物生理学 プロテオーム解析および生化学的解析

桶川友季（研究助教）

植物生理学 光合成解析

また、学外から3名の研究者が参加している。それぞれの所属と本センターにおいて果たす役割は以下の通りである。

塚谷裕一（教授）

東京大学大学院理学研究科生物科学専攻発生進化研究室 進化発生学的研究に関する支援

Neelima Sinha（教授）

カリフォルニア大学デービス校植物学科 進化発生トランスクリプトーム解析に関する支援

矢野健太郎（准教授）

明治大学農学部生命科学部バイオインフォマティクス研究室 バイオインフォマティクス解析の支援

3. 本年度の研究成果

ここでは、本年度センターが取り組んだ研究課題のうち、*R. aquatica* に関する研究成果について報告する。

(1) 環境刺激による葉の形態制御の研究

これまでの研究により、*R. aquatica* は生育温度に応じて発生する葉の形を変化させ、低温（20℃）では葉が複葉化してギザギザになり、高温（30℃）では葉が単葉化することがわかっている。また、生育途中で生育温度を変化させると、4日後には新しい環境に応答した葉の形になることもわかっている。そこで、生育途中で温度を変化（20℃→30℃、または、30℃→20℃）させたあと、経時的（1日、2日、4日）にRNAを単離し、RNA-seq解析をおこなうことで、温度変化に応答した遺伝子発現の変動を追跡した。その結果、*KNOX1* 遺伝子などの葉の形態制御に関わる遺伝子群の発現が、温度移行後1日目には変動していることが明らかとなった。また、移行後にオーキシン関係の遺伝子群

の発現が変動していた。*KNOX1* 遺伝子はオーキシンにより発現制御を受けることから、温度変化によるオーキシン量の変動が葉形を決定している可能性が示唆された。

(2) 水没に対する応答機構の研究

R. aquatica は、水没すると葉の形態を大きく変化させる。また、気中では葉の表裏の両面に気孔を形成するが、水没葉では気孔の形成が抑制される。そこで、水没をどのように感知して葉形を変化させているのかを分子レベルで明らかにするため、水没応答のトランスクリプトーム解析を進めた。RNA-seq 解析の結果、水没に応答して嫌気呼吸に関する遺伝子の発現が変動していることがわかった。今後、葉の形態変化や気孔に関わる遺伝子の発現を調べることで、水没応答の分子基盤を明らかにできると考えられる。

(3) 葉の切断で誘導される再生の研究

R. aquatica は、自然界において、水の流れなどの影響でちぎれた葉の断面から新しい個体を再生することで栄養繁殖をしている (図 2)。この際、葉の断片の基部側の断面からのみ再生し、先端部側からは再生しない。再生のメカニズムを分子レベルで明らかにするために経時的なトランスクリプトーム解析を行なった。基部側と先端部側で比較トランスクリプトーム解析をおこなったところ、基部側でのみ再生に関わる遺伝子群の発現が誘導されていることがわかった。また、切断後初期の段階ではオーキシン応答性の遺伝子の発現が顕著に上昇していた。オーキシンやオーキシン極性輸送阻害剤の添加実験から、オーキシン極性輸送が基部側からのみの再生に関わっていることが示唆された。オーキシンの内生量を測定したところ、*R. aquatica* では、葉の切断後に基部側で IAA-Asp などの蓄積がみられた。シロイヌナズナでは同様の蓄積は観察されなかった。これらの結果から、*R. aquatica* では、葉の切断後に極性輸送で基部側にオーキシンが輸送されて蓄積することが再生のトリガーになっていると考えられた。

(4) 次年度以降の展望

これまでの研究により、*R. aquatica* のゲノム情報基盤が整った。また、大規模なトランスクリプトーム解析により環境刺激に応答した葉形変化や再生の誘導に関わる遺伝子ネットワークが明らかになりつつある。今後は、同定された遺伝子の機能解析をすすめるとともに、近縁種との比較ゲノム解析などにより、葉の形態の表現型可塑性や栄養繁殖能の進化過程を明らかにしたい。また、葉片からの再生の過程については、現在、経時的な全ゲノムバイサルファイトシーケンス解析が終了したところである。今後、得られた結果の解析をすすめ、分化した組織からの植物体再生のプロセスにおける DNA メチル化の変動について知見を得たい。

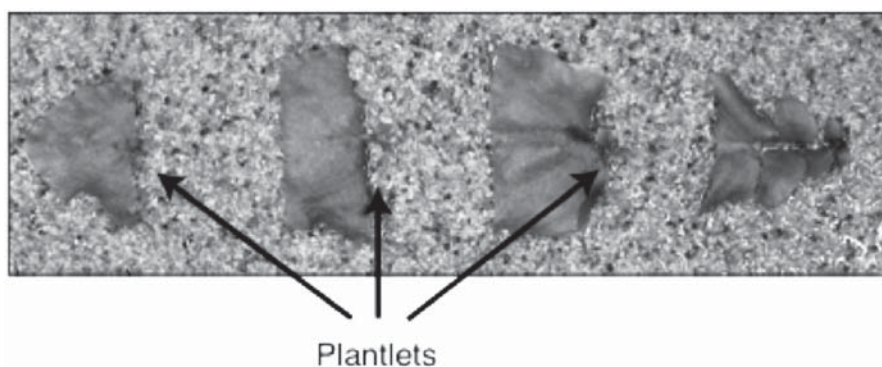


図 2. *Rorippa aquatica* にみられる葉の断面からの再生

R. aquatica の葉を切断し、2 週間おいておいたもの。葉片の基部側の断面から新しい個体 (Plantlet) が再生している。

4. 共同研究の実施

本センターでは、学内の共同研究だけでなく、学外の研究機関との共同研究を積極的に進めている。現在共同研究を実施している研究機関は以下の通りである。

東京大学

京都大学

北海道大学

名古屋大学

東北大学

新潟大学

奈良先端科学技術大学院大学

神戸大学

広島大学

山口大学

熊本大学

京都府立大学

理化学研究所

東京理科大学

東京農工大学

明治大学

龍谷大学

中国科学院水生生物研究所 (中国)

中国科学院シーサンパンナ熱帯植物園 (中国)
Masaryk University (チェコ共和国)
University of California, Davis (米国)
University of Washington (米国)
Missouri Botanical Garden (米国)
Warwick University (イギリス)
Sainsbury Laboratory, Cambridge (イギリス)
University of Edinburgh (イギリス)
National Autonomous University (メキシコ)
McMaster University (カナダ)
Max Planck Institute for Molecular Plant Physiology (ドイツ)
Heinrich-Heine-University Duesseldorf (ドイツ)

5. シンポジウム等の開催

(1) 平成 29 年 12 月 15 日に京都産業大学で第 48 回植物バイテクシンポジウム「植物研究者のフィロソフィー ～研究に何を感じ、何を想うか～」を開催した。京都府立大学、名古屋大学、エディットフォース株式会社、奈良先端科学技術大学院大学、サントリーグローバルイノベーションセンター株式会社から 5 名の研究者をお招きし、研究内容にくわえて自身のキャリアや研究に対する哲学（考え方や想い）を語っていただいた。植物科学研究の最先端で活躍する先輩研究者の哲学に触れることで、学部生と大学院生たちは大きな刺激を受けたようであった。京都産業大学、京都府立大学の学部生と大学院生を中心に、近隣の大学や企業から 98 名の参加者があった。

(2) 平成 29 年 12 月 7 日には、神戸大学の吉田健太郎准教授に「ゲノム研究による植物防疫への挑戦」という題目で講演（生命科学セミナー）をしていただいた。最新の知見を中心に、植物の病原菌のゲノム研究について基本的な内容から応用面までをわかりやすく解説していただいた。学部生を中心に、およそ 50 名参加し活発な議論が行われた。本講演により、本研究センターの課題でもあるゲノム研究および環境との相互作用についての知識を得ることができた。

(3) 平成 30 年 3 月 28 日に、第 59 回日本植物生理学会年会において、シンポジウム「Amazing Development -Revealing Unusual Developmental Phenomena in Plants - 植物が見せるユニークな発生および成長様式を読み解く -」を企画し、開催した。研究代表者の木村を含む国内外の研究者 6 名が、ユニークな発生現象に関する研究について発表した。国際シンポジウムとして、講演はすべて英語で行われた。100 名程度の参加者があった。

6. 研究業績（本学関係者のみ）（2017 年以降）

(1) 学術論文, 総説, 著書

1. Hokuto Nakayama, Tomoaki Sakamoto, Yuki Okegawa, Kaori Kaminoyama, Manabu Fujie, Yasunori Ichihashi, Tetsuya Kurata, Ken Motohashi, Ihsan Al-Shehbaz, Neelima Sinha, Seisuke Kimura: Comparative transcriptomics with self-organizing map reveals cryptic photosynthetic differences between two accessions in North American Lake cress. *Scientific Reports* 8: 3302 (2018)
2. Naoyuki Uchida, Koji Takahashi, Rie Iwasaki, Ryotaro Yamada, Masahiko Yoshimura, Takaho A. Endo, Seisuke Kimura, Hua Zhang, Mika Nomoto, Yasuomi Tada, Toshinori Kinoshita, Kenichiro Itami, Shinya Hagihara, Keiko U. Tori: Chemical hijacking of auxin signaling with an engineered auxin-TIR1 pair. *Nature Chemical Biology* 14: 299-305 (2018)
3. 氷見栄成, 木村成介: ハテナソソにより高校理科授業における主体的・対話的で深い学びを促す – 生物基礎・地学基礎の授業実践から – *京都産業大学教職研究紀要* 13: 1-32 (2018)
4. 吉井優太郎, 木村成介: 小学校におけるハテナソソの実践 – 主体的・対話的で深い学びを実現するための手法として – *京都産業大学教職研究紀要* 13: 33-46 (2018)
5. Kaoru Okamoto Yoshiyama, Kaori Kaminoyama, Tomoaki Sakamoto, Seisuke Kimura: Increased phosphorylation of Ser-Gln sites on SUPPRESSOR OF GAMMA RESPONSE1 strengthens the DNA damage response in *Arabidopsis thaliana*. *The Plant Cell* 29: 3255-3268 (2017)
6. Akiko Nakamasu, Nobuhiko J. Suematsu, Seisuke Kimura: Asymmetries in leaf branch are associated with differential speeds along growth axes: A theoretical prediction. *Developmental Dynamics* 246: 981-991 (2017)
7. Hokuto Nakayama, Neelima Sinha, Seisuke Kimura: How Do Plants and Phytohormones Accomplish Heterophylly, Leaf Phenotypic Plasticity, in Response to Environmental Cues. *Frontiers in Plant Science* 8: 1717 (2017)
8. 木村成介, 佐藤賢一: 自ら問い, 自ら考えるハテナソソによる実験授業の活性化と学びの深化. *京都産業大学教職研究紀要* 12: 43-86 (2017)
9. Yaichi Kawakatsu, Hokuto Nakayama, Kaori Kaminoyama, Kaori Igarashi, Masaki Yasugi, Hiroshi Kudoh, Atsushi J. Nagano, Kentaro Yano, Nakao Kubo, Seisuke Kimura: A *GLABRA1* ortholog on LG A9 controls trichome number in the Japanese leafy vegetables Mizuna and Mibuna (*Brassica rapa* subsp. *Nipposinica* L. H. Bailey): evidence from QTL analysis. *Journal of Plant Research* 130: 539-550 (2017)
10. Tanabashi S, Shoda K, Saito C, Sakamoto T, Kurata T, Uemura T, Nakano A: A Missense Mutation in the NSF Gene Causes Abnormal Golgi Morphology in *Arabidopsis thaliana*. *Cell Struct Funct* 43: 41-51 (2018)
11. Ogita N, Okushima Y, Tokizawa M, Yamamoto YY, Tanaka M, Seki M, Makita Y, Matsui M, Okamoto-Yoshiyama K, Sakamoto T, Kurata T, Hiruma K, Saijo Y, Takahashi N, Umeda M.: Identifying the target genes of SUPPRESSOR OF GAMMA RESPONSE 1, a master transcription factor controlling DNA damage response in *Arabidopsis*. *Plant J. in press* (2018)
12. Kawabe H, Ohtani M, Kurata T, Sakamoto T, Demura T. Protein S-Nitrosylation Regulates Xylem Vessel Cell Differentiation in *Arabidopsis*. *Plant Cell Physiol.* 59:17-29 (2018)
13. Yasui Y, Tanaka W, Sakamoto T, Kurata T, Hirano HY.: Genetic Enhancer Analysis Reveals that FLORAL ORGAN NUMBER2 and OsMADS3 Co-operatively Regulate Maintenance and Determinacy of the Flower Meristem in Rice. *Plant Cell Physiol.* 58: 893-903 (2018)
14. Tokizawa M, Kusunoki K, Koyama H, Kurotani A, Sakurai T, Suzuki Y, Sakamoto T, Kurata T, Yamamoto

- YY. Identification of Arabidopsis genic and non-genic promoters by paired-end sequencing of TSS tags. *Plant J.* **90**: 587-605 (2017)
15. Tameshige T, Ikematsu S, Torii KU, Uchida N.: Stem development through vascular tissues: EPFL-ERECTA family signaling that bounces in and out of phloem. *J Exp Bot.* **68**: 45-53 (2017)
 16. Ikematsu S, Tasaka M, Torii KU, Uchida N.: ERECTA-family receptor kinase genes redundantly prevent premature progression of secondary growth in the Arabidopsis hypocotyl. *New Phytol.* **213**:1697-1709 (2017)
 17. H. Yamaya-Ito, Y. Shimoda, T. Hakoyama, S. Sato, T. Kaneko, M.S. Hossain, S. Shibata, M. Kawaguchi, M. Hayashi, H. Kouchi, Y. Umehara, 2018. Loss-of-function of ASPARTIC PEPTIDASE NODULE-INDUCED 1 (APN1) in *Lotus japonicus* restricts efficient nitrogen-fixing symbiosis with specific *Mesorhizobium loti* strains., *Plant J.* **93**, 5-16 (2018)
 18. H.P. Nguyen, H. Miwa, T. Kaneko, S. Sato, S. Okazaki, Identification of *Bradyrhizobium elkanii* genes involved in incompatibility with *Vigna radiata*., *Genes (Basel)*. **8**, E374 (2018)
 19. M. Sugawara, T. Tsukui, T. Kaneko, Y. Ohtsubo, S. Sato, Y. Nagata, M. Tsuda, H. Mitsui, K. Minamisawa, Complete genome sequence of *Bradyrhizobium diazoefficiens* USDA 122, a nitrogen-fixing soybean symbiont., *Genome Announc.* **5**, e01743-16 (2017)
 20. Y. Saeki, M. Nakamura, M. L. T. Mason, T. Yano, S. Shiro, R. Sameshima-Saito, M. Itakura, K. Minamisawa, A. Yamamoto. Effect of flooding and the *nosZ* gene in bradyrhizobia on bradyrhizobial community structure in the soil., *Microbes Environ.* **32**, 154-163 (2017)
 21. 本橋健: シームレスクローニング法 ～古典的な制限酵素と DNA リガーゼを用いないクローニング～ 生物学 **96**, 20-24 (2018)
 22. Ken Motohashi: Evaluation of the efficiency and utility of recombinant enzyme-free seamless DNA cloning methods. *Biochem. Biophys. Rep.* **9**, 310-315 (2017)
 23. Ken Motohashi: Seamless ligation cloning extract (SLiCE) method using cell lysates from laboratory *Escherichia coli* strains and its application to SLiP site-directed mutagenesis. *Methods Mol. Biol.* **1498**, 349-357 (2017)
 24. Yoshida T, Furihata H, Kawabe: Analysis of nuclear mitochondrial DNAs and the factors affecting patterns of integration in plant species. *Genes and Genetic Systems* **92**: 27-32 (2017)
 25. Nozawa K, Kawagishi Y, Kawabe A, Sato M, Masuta Y, Kato A, Ito H: Epigenetic Regulation of Heat-Activated Retrotransposon in Cruciferous Vegetables. *Epigenomes* **1**: 7 (2017)
 26. Hosaka A, Saito R, Takashima K, Sasaki T, Fu Y, Kawabe A, Ito T, Toyoda A, Fujiyama A, Tarutani Y, Kakutani T: Evolution of sequence-specific anti-silencing systems in Arabidopsis. *Nature Communications* **8**: 2161 (2017)
 27. Kawabe A, Nukii H, Furihata H: Exploring the history of chloroplast capture in arabis using whole chloroplast genome sequencing. *International Journal of Molecular Sciences* **19**: 602 (2018)
 28. Masuta Y, Kawabe A, Nozawa K, Naito K, Kato A, Ito H: Characterization of a heat-activated retrotransposon in *Vigna angularis*. *Breeding Science* in press (2018)
 29. Kawamura K, Shimizu M, Kawanabe T, Pu Z, Kodama T, Kaji M, Osabe K, Fujimoto R, Okazaki K: Assessment of DNA markers for seed contamination testing and selection of disease resistance in cabbage. *Euphytica* **213**: 28 (2017)

(2) 招待講演

1. Adaptation of plants to aquatic environments: Studies on vegetative propagation in semi-aquatic plant, *Rorippa aquatica*, Seisuke Kimura, 第 59 回日本植物生理学会年会シンポジウム「Amazing Development -Revealing Unusual Developmental Phenomena in Plants 植物が見せるユニークな発生および成長様式を読み解く」, 札幌コンベンションセンター (北海道札幌市), 2018 年 3 月 28 日 (英語)
2. Development Ab-GALFA method, a novel assay method for analyzing molecular mechanisms underlying the gall formation process using a model plant, *Arabidopsis thaliana*, Masa H. Sato, Ayaka Okamoto, Issei Ohshima, Seisuke Kimura, Tomoko Hirano, 第 59 回日本植物生理学会年会シンポジウム「Amazing Development -Revealing Unusual Developmental Phenomena in Plants 植物が見せるユニークな発生および成長様式を読み解く」, 札幌コンベンションセンター (北海道札幌市), 2018 年 3 月 28 日 (英語)
3. Ab-GALFA 法 ~モデル植物シロイヌナズナを用いた虫こぶ形成メカニズムの解明~, 佐藤雅彦, 岡本彩花, 大島一正, 木村成介, 平野朋子, 第 35 回日本植物細胞分子生物学会シンポジウム, 大宮ソニックシティ (埼玉県・大宮市), 2017 年 8 月 29 日~31 日
4. Adaptation of plants to aquatic environments: Studies on heterophylly and vegetative propagation in semi-aquatic plant, *Rorippa aquatica*, Seisuke Kimura, CSRS seminar, RIKEN Center for Sustainable Resource Science, Yokohama, Japan, Jan. 24, 2017 (英語)
5. シロイヌナズナの葉緑体におけるチオレドキシシン依存のレドックス制御システム: 桶川友季, 第 47 回植物バイテクシンポジウム 京都府立大学稲盛記念会館 2017 年 9 月 25 日

(3) 学会発表

1. アブラナ科植物 *Rorippa aquatica* の水中生活適応に伴う花成抑制機構の解析, 池松朱夏, 坂本智昭, 中山北斗, 木村成介, 第 59 回日本植物生理学会年会, 札幌コンベンションセンター (北海道札幌市), 2018 年 3 月 28 日-3 月 30 日 (口頭)
2. A leading compound that regulate stomatal development, Hitoshi Endo, Seisuke Kimura, Naoyuki Uchida, Keiko Torii, 第 59 回日本植物生理学会年会, 札幌コンベンションセンター (北海道札幌市), 2018 年 3 月 28 日-3 月 30 日 (ポスター)
3. ミズナとミブナ (*Brassica rapa*) に見られる葉形変異の遺伝学的背景と育種の歴史の解明, 川勝弥一, 坂本智昭, 中山北斗, 上ノ山華織, 五十嵐香理, 矢野健太郎, 久保中央, 木村成介, 第 59 回日本植物生理学会年会, 札幌コンベンションセンター (北海道札幌市), 2018 年 3 月 28 日-3 月 30 日 (ポスター)
4. *Rorippa aquatica* の栄養繁殖を正誤する遺伝子群の探索, 天野瑠美, 中山北斗, 桃井理沙, 郡司玄, 竹林裕美子, 桶川友季, 本橋健, 笠原博幸, Ali Ferjani, 木村成介, 第 59 回日本植物生理学会年会, 札幌コンベンションセンター (北海道札幌市), 2018 年 3 月 28 日-3 月 30 日 (ポスター)
5. ヌルデアブラムシの虫液処理によるシロイヌナズナの形態変化および遺伝子発現変化, 岡本彩花, 斎藤悠馬, 田中玲帆, 大島一正, 木村成介, 平野朋子, 佐藤雅彦, 第 59 回日本植物生理学会年会, 札幌コンベンションセンター (北海道札幌市), 2018 年 3 月 28 日-3 月 30 日 (ポスター)
6. ROS 生成・トランスクリプトーム解析・耐病性検定に基づく, 新規植物免疫活性化化合物の解析, 中野正貴, 北畑信隆, 吉田亜祐美, 斎藤優歩, 佐藤静香, 安江啓人, 来栖孝光, 石賀貴子, 石賀康博, 木村成介, 諸橋賢吾, 浅見忠男, 朽津和幸, 第 59 回日本植物生理学会年会, 札幌コンベンションセンター (北海道札幌市), 2018 年 3 月 28 日-3 月 30 日 (ポスター)
7. アブラナ科半水生植物 *Rorippa aquatica* における異形葉性と共生微生物の群集構造, 板倉学, 木村成介, 上ノ

- 山華織, 金子貴一, 第12回日本ゲノム微生物学会年会, 京都大学桂キャンパス, 2018年3月5日~7日 (ポスター)
8. Insights into mechanisms of gall morphogenesis and the origin of gall induction, Antoine Guiguet, Issei Ohshima, Seisuke Kimura, Seiji Takeda, Françoise Laurans, Véronique Lainé-Prade, Carlos Lopez-Vaamonde, David Giron, 7th International Symposium on Cecidology –Ecology and Evolution of Gall-Inducing Arthropods–, Huisun Experimental Forest Station, Taiwan, Mar. 3-8, 2008 (Oral)
 9. 質問作りワーク「ハテナソン」で生物授業における主体的・対話的で深い学びを促す, 木村成介, 氷見栄成, 佐藤賢一, 日本生物教育学会第102回全国大会, 熊本大学 (熊本県熊本市), 2018年1月6日~8日 (ポスター)
 10. NPO 法人ハテナソン共創ラボ, 佐藤賢一, 木村成介, 多様な教育の博覧会 EDU COLLE 2017 in Tokyo, 東洋大学 (東京都文京区), 2017年11月26日 (ブース)
 11. Loss of flowering in semiaquatic plant *Rorippa aquatica*, Shuka Ikematsu, Tomoaki Sakamoto, Hokuto Nakayama, Seisuke Kimura, Taiwan-Japan Plant Biology 2017, Academia Sinica, Taipei, Taiwan, Nov. 3-6, 2017 (ポスター)
 12. Analysis of leaf shape variation for Japanese traditional leafy vegetables Mizuna and Mibuna (cultivar of *Brassica rapa* subsp. *nipposinica*) by genetic analysis and survey of historical literature, Yaichi Kawakatsu, Hokuto Nakayama, Kaori Kamonoyama, Kaori Igarashi, Kentaro Yano, Seisuke Kimura, Taiwan-Japan Plant Biology 2017, Academia Sinica, Taipei, Taiwan, Nov. 3-6, 2017 (口頭, ポスター)
 13. Exploration of genes regulating vegetative propagation in *Rorippa aquatica*, Rumi Amano, Hokuto Nakayama, Risa Momoi, Shizuka Gunji, Yumiko Takebayashi, Yuki Okegawa, Ken Motohashi, Hiroyuki Kasahara, Ali Ferjani, Seisuke Kimura, Taiwan-Japan Plant Biology 2017, Academia Sinica, Taipei, Taiwan, Nov. 3-6, 2017 (ポスター)
 14. Loss of flowering due to successful vegetative reproduction in *Rorippa aquatica*, 池松朱夏, 木村成介, 新学術領域研究環境記憶統合第3回若手の会, ホテルマホロバ・マインズ三浦 (神奈川県・三浦市), 2017年10月17日~19日 (ポスター)
 15. Structural analysis of de novo assembled genome of *Rorippa aquatica*, 坂本智昭, 木村成介, 新学術領域研究環境記憶統合第3回若手の会, ホテルマホロバ・マインズ三浦 (神奈川県・三浦市), 2017年10月17日~19日 (ポスター)
 16. Exploring genes regulating vegetative propagation in *Rorippa aquatica*, 天野瑠美, 木村成介, 新学術領域研究環境記憶統合第3回若手の会, ホテルマホロバ・マインズ三浦 (神奈川県・三浦市), 2017年10月17日~19日 (ポスター)
 17. 植物-微生物相互作用によるアブラナ科半水生植物 *Rorippa aquatica* における異形葉性の誘導, 板倉学, 木村成介, 上ノ山華織, 金子貴一, 植物微生物研究会第27回研究交流会, 京都大学宇治おうばくプラザきだホール (京都府・宇治市), 2017年9月20-22日 (ポスター)
 18. シロイヌナズナ転写因子 SOG1 を介した DNA 損傷応答の制御機構, 愿山 (岡本) 郁, 坂本智昭, 上ノ山香織, 木村成介, 日本遺伝学会第89回大会, 岡山大学 (岡山県・岡山市), 2017年9月13-15日 (口頭)
 19. キク属モデル系統キクタニギクにおける頭状花序形態形成機構の解析, 小塚俊明, 白岩一平, 中野道治, 坂本智昭, 木村成介, 谷口研至, 草場信, 日本植物学会第81回大会, 東京理科大学 (千葉県・野田市), 2017年9月8-10日 (ポスター)
 20. *Rorippa aquatica* の栄養繁殖を制御する遺伝子群の探索, 天野瑠美, 中山北斗, 桃井理沙, 郡司玄, 竹林裕美子, 笠原博幸, Ali Ferjani, 木村成介, 日本植物学会第81回大会, 東京理科大学 (千葉県・野田市), 2017年9

月 8-10 日 (口頭)

21. ミズナとミブナ (*Brassica rapa*) に見られる葉形変異の遺伝学的背景と育種の歴史の解明, 川勝弥一, 中山北斗, 上ノ山華織, 五十嵐香理, 矢野健太郎, 久保中央, 木村 成介, 日本植物学会第 81 回大会, 東京理科大学 (千葉県・野田市), 2017 年 9 月 8-10 日 (口頭)
22. *Rorippa aquatica* の異形葉性における PHYTOCHROME INTERACTING FACTORs の機能解析, 山口修二, 中山北斗, 坂本智昭, 市橋泰範, 倉田哲也, 木村成介, 日本植物学会第 81 回大会, 東京理科大学 (千葉県・野田市), 2017 年 9 月 8-10 日 (ポスター)
23. *Rorippa aquatica* における栄養繁殖とオーキシンの関係の解析, 桃井理沙, 天野瑠美, 中山北斗, 小島美紀子, 竹林裕美子, 榊原均, 木村成介, 日本植物学会第 81 回大会, 東京理科大学 (千葉県・野田市), 2017 年 9 月 8-10 日 (ポスター)
24. アブラナ科植物 *Rorippa aquatica* の水中適応に伴う花成の抑制機構の解析, 池松朱夏, 中山北斗, 坂本智昭, 木村成介, 日本植物学会第 81 回大会, 東京理科大学 (千葉県・野田市), 2017 年 9 月 8-10 日 (ポスター)
25. *Rorippa aquatica* の栄養繁殖を制御する遺伝子群の探索, 天野瑠美, 中山北斗, 桃井理沙, 郡司玄, 竹林裕美子, 桶川友季, 本橋健, 笠原博幸, Ali Ferjani, 木村成介, 日本植物形態学会第 29 回大会, 東京理科大学 (千葉県・野田市), 2017 年 9 月 7 日 (ポスター)
26. ミズナとミブナ (*Brassica rapa*) に見られる葉形変異の遺伝学的背景と育種の歴史の解明, 川勝弥一, 中山北斗, 上ノ山華織, 五十嵐香理, 矢野健太郎, 久保中央, 木村 成介, 日本植物形態学会第 29 回大会, 東京理科大学 (千葉県・野田市), 2017 年 9 月 7 日 (ポスター)
27. 質問づくりで未来の学びを ~ 21 世紀の学びは学び手の質問から ~, 佐藤賢一, 木村成介, 平野貴美枝, 未来の先生展 2017, 武蔵大学有明キャンパス (東京都, 江東区), 2017 年 8 月 27 日 (ワークショップ)
28. 転写因子 SOG1 による DNA 損傷応答の統括メカニズム, 愿山 (岡本) 郁, 上ノ山香織, 坂本智昭, 木村成介, 第 58 回日本植物生理学会年会, 鹿児島大学郡元キャンパス (鹿児島県・鹿児島市), 2017 年 3 月 16 日 ~ 18 日 (口頭)
29. 非モデル植物 *Rorippa aquatica* にみられる栄養繁殖機構の解析, 天野瑠美, 中山北斗, 坂本智昭, 桃井理沙, 郡司玄, Ali Ferjani, 木村成介, 第 58 回日本植物生理学会年会, 鹿児島大学郡元キャンパス (鹿児島県・鹿児島市), 2017 年 3 月 16 日 ~ 18 日 (口頭)
30. *Rorippa aquatica* のドラフトゲノム解析, 坂本智昭, 木村成介, 第 58 回日本植物生理学会年会, 鹿児島大学郡元キャンパス (鹿児島県・鹿児島市), 2017 年 3 月 16 日 ~ 18 日 (ポスター)
31. 「虫こぶ」プロジェクト: 植物の形態や代謝を制御する新たな技術開発にむけて, 大坪憲弘, 武田征士, 木村成介, 佐藤雅彦, 大島一成, 第 58 回日本植物生理学会年会, 鹿児島大学郡元キャンパス (鹿児島県・鹿児島市), 2017 年 3 月 16 日 ~ 18 日 (ポスター)
32. Ab-GALFA: Development of a novel bioassay for dissecting of gall formation mechanism using *Arabidopsis thaliana*, Ayaka Okamoto, Tomoko Hirano, Akihisa Hamatani, Issei Ohshima, Seisuke Kimura, Masa H. Sato, 第 58 回日本植物生理学会年会, 鹿児島大学郡元キャンパス (鹿児島県・鹿児島市), 2017 年 3 月 16 日 ~ 18 日 (ポスター)
33. 植物が独自に獲得した DNA 損傷応答因子 SOG1 の機能解析, 岡本郁, 木村成介, 平成 28 年度京都産業大学総合生命科学部シンポジウム「見ればわかる。魅せる最新の生命科学」, 京都産業大学むすびわざ館 (京都府・京都市), 2017 年 3 月 3 日 (ポスター)
34. 転写因子 SOG1 による DNA 損傷応答の統括メカニズム, 愿山 (岡本) 郁, 上ノ山香織, 坂本智昭, 木村成介, 第 58 回日本植物生理学会年会, 鹿児島大学郡元キャンパス, 2017 年 3 月 16 日 ~ 18 日
35. 非モデル植物 *Rorippa aquatica* にみられる栄養繁殖機構の解析, 天野瑠美, 中山北斗, 坂本智昭, 桃井理沙,

- 郡司玄, Ali Ferjani, 木村成介, 第 58 回日本植物生理学会年会, 鹿児島大学郡元キャンパス, 2017 年 3 月 16 日～18 日
36. 板倉学, 三屋公佑, 金原一真, 原新太郎, 渡辺剛, 菅原雅之, 金子貴一, 南澤究, 土着ダイズ根粒菌 USDA110 系統株におけるゲノム多様性とゲノミックアイランド構造の変化, 第 11 回日本ゲノム微生物学会年会, 慶應義塾大学 (藤沢市), 2017.3.2-3.4
37. 板倉学, 三屋公佑, 金原一真, 原新太郎, 渡辺剛, 菅原雅之, 金子貴一, 南澤究, ダイズ根粒菌 USDA110 系統のゲノム多様性と吸収型ヒドロゲナーゼゲノミックアイランド構造変化, 環境微生物系学会合同大会 2017, 東北大学 (仙台市), 2017.8.29-8.31
38. 渡辺剛, 原新太郎, 新井沙和, 高橋智子, 三屋公佑, 菅原雅之, 板倉学, 金子貴一, 南澤究, 根粒菌 *hupSL1* 変異によるダイズ根圏の H₂ 代謝と細菌群集構造の変動, 環境微生物系学会合同大会 2017, 東北大学 (仙台市), 2017.8.29-8.31
39. 板倉学, 木村成介, 上ノ山華織, 金子貴一, 植物-微生物相互作用によるアブラナ科半水生植物 *Rorippa aquatica* における異形葉性の誘導, 植物微生物研究会第 27 回研究交流会, 京都大学 (宇治市), 2017.9.20-9.22
40. 板倉学, 木村成介, 上ノ山華織, 金子貴一, アブラナ科半水生植物 *Rorippa aquatica* における異形葉性と共生微生物の群集構造, 第 12 回日本ゲノム微生物学会年会, 京都大学 (京都市), 2018.3.5-3.7
41. 西田裕貴, 芳村紗奈恵, 芦田建都, 板倉学, 岡崎伸, 佐藤修正, 金子貴一, 根粒菌 *Bradyrhizobium elkanii* USDA94 のミヤコグサ共生に関連する T3SS エフェクターの研究, 植物微生物研究会第 27 回研究交流会, 京都大学 (宇治市), 2017.9.20-9.22
42. 蒲生雄大, 板倉学, 南澤究, 金子貴一, ダイズ根粒菌 *Bradyrhizobium elkanii* 系統の共生アイランド多様性, 植物微生物研究会第 27 回研究交流会, 京都大学 (宇治市), 2017.9.20-9.22
43. 日下部翔平, 金子貴一, 安田美智子, 三輪大樹, 岡崎伸, 佐藤修正, ミヤコグサに根粒菌の侵入阻害を誘導する *Bradyrhizobium elkanii* USDA61 株の 3 型分泌エフェクター及び宿主側因子の解析, 植物微生物研究会第 27 回研究交流会, 京都大学 (宇治市), 2017.9.20-9.22
44. 西田裕貴, 芳村紗奈恵, 蒲生雄大, 板倉学, 岡崎伸, 佐藤修正, 金子貴一, 根粒菌 *Bradyrhizobium elkanii* USDA94 共生アイランド上の菌株特異的共生因子, 第 12 回日本ゲノム微生物学会年会, 京都大学 (京都市), 2018.3.5-3.7
45. 日下部翔平, 金子貴一, 安田美智子, 三輪大樹, 岡崎伸, 佐伯和彦, 佐藤修正, *Bradyrhizobium elkanii* USDA61 株の 3 型分泌エフェクターにより誘導される根粒菌の侵入阻害に関与する宿主側因子の解析, 第 59 回植物生理学会年会, 札幌コンベンションセンター (札幌市), 2018.3.28-3.30
46. チオレドキシンによる光化学系 I サイクリック電子伝達制御機構の解析: 桶川友季, 本橋健, 第 59 回日本植物生理学会年会, 札幌コンベンションセンター, 2018 年 3 月 27 日～30 日
47. SLiCE をはじめとする精製酵素を用いないシームレス DNA クローニング法の評価: 本橋健, 第 90 回日本生化学会大会, 神戸ポートアイランド, 2017 年 12 月 6 日～9 日
48. Analysis of overexpressor of chloroplastic thioredoxins in *Arabidopsis thaliana*: 桶川友季, 本橋健, 第 58 回日本植物生理学会年会, 鹿児島大学, 2017 年 3 月 16 日～18 日
49. Evaluation of the efficiency and utility of recombinant enzyme-free seamless DNA cloning methods: 本橋健, 第 58 回日本植物生理学会年会, 鹿児島大学, 2017 年 3 月 16 日～18 日
50. *Brassica rapa* におけるゲノムインプリント候補遺伝子の探索, 川邊隆大, 田中翔, 吉田貴徳, 河邊昭, 日本育種学会 131 回講演会

(4) その他特筆すべき成果

1. 池松朱夏, Taiwan-Japan Plant Biology 2017, Outstanding Poster Award (台湾)

Center for Ecological Evolutionary Developmental Biology: Research Activity Annual Report 2017

Seisuke KIMURA
Takakazu KANEKO
Ken MOTOHASHI
Akira KAWABE

Abstract

Center for Ecological Evolutionary Developmental Biology is established as one of the research center in Institute of Comprehensive Academic Research in 2015. The center is supported by Grants-in-Aid from MEXT-Supported Program for the Strategic Research Foundation at Private Universities. The center's research efforts focus on several areas to understand the relationship between plant and environment and its evolutionary background. Especially we study the mechanism of phenotypic plasticity on leaf shape of North American Lake Cress, *Rorippa aquatica* by Omics approaches. Here we report the progress of our research in 2017.

Keywords : Ecological Evolutionary Developmental Biology, Next-generation sequencing, Omics, Phenotypic plasticity, *Rorippa aquatica*

